Manual de instruções NMA 3943

Atuadores rotativos elétricos para instalações nucleares

Modelo
R/S-SIWI
R/S-SIWI-AS

Edição 09.12
Sujeito a alterações sem aviso prévio!

Conteúdo

1 Fundamentos

Os aparelhos elétricos são equipamentos para serem utilizados em instalações elétricas industriais de potência. Durante a operação esses equipamentos têm peças decapadas sob tensão, eventualmente também peças em movimento ou em rotação. Portanto, elas podem conduzir a danos pessoais ou materiais graves, caso suas tampas protetoras necessárias sejam removidas sem autorização, sejam empregadas de forma imprópria, manuseadas incorretamente ou sua manutenção seja deficiente.

Os responsáveis pela segurança do equipamento devem, portanto, assegurar que:

- apenas pessoas qualificadas sejam encarregadas com serviços nos aparelhos.
- essas pessoas tenham à sua disposição os manuais de instruções e demais documentações. tenham à sua disposição a documentação do produto em todos os trabalhos correspondentes e se comprometam a observar essas documentações de forma sistemática.
- os trabalhos nas máquinas ou nas suas proximidades sejam proibidos para pessoas não qualificadas.

1.1 Termos relevantes para a segurança

Os termos de sinalização **PERIGO, ADVERTÊNCIA, CUIDADO** e **INDICAÇÃO** nesse manual de instruções são utilizados em indicações relativas a perigos especiais ou informações incomuns que necessitem de identificação especial.

PERIGO significa que no caso de desobediência existe perigo de vida e / ou que poderia ocorrer dano material considerável.

ADVERTÊNCIA significa que no caso de não observância existe perigo de ferimento grave e / ou que poderia ocorrer dano material considerável.

CUIDADO significa que no caso de não observância existe perigo de ferimento grave e / ou que poderia ocorrer dano material considerável.

INDICAÇÃO significa que se deve dar especial atenção aos contextos técnicos, porque possivelmente não são evidentes mesmo para técnicos especializados.

Assim mesmo é imprescindível observar as indicações de transporte, montagem, operação e manutenção, além dos dados técnicos (nos manuais de instruções, documentações do produto e no próprio aparelho), ainda que não especialmente destacadas, a fim de evitar falhas, que poderiam direta ou indiretamente causar danos pessoais ou materiais graves.

A operação perfeita e segura pressupõe o transporte correto, o armazenamento conforme, montagem, bem como uma colocação em funcionamento meticulosa.

Pessoal qualificado são pessoas que, em função de sua formação, experiência e instrução, além de conhecimento de normas, determinações, regras para a prevenção de acidentes e condições operacionais aplicáveis, foram autorizadas pelo responsável pela segurança do equipamento a executar as respectivas tarefas necessárias e, desta forma, estão capacitadas a reconhecer e evitar possíveis perigos.

São necessários também, entre outros, conhecimentos sobre medidas de primeiros socorros e as instalações locais de resgate e salvamento.

Para a execução de serviços em instalações elétricas de potência vale a proibição do emprego de pessoal não qualificado, conforme a regulamentação, entre outras,
da norma DIN EN 50110-1 (antiga DIN VDE 0105) ou IEC 60364-4-47 (VDE 0100 parte 470).

1.2 Informações gerais de segurança

Os aparelhos mencionados nestas instruções são parte integrante de instalações para aplicações industriais. Eles foram fabricados de acordo com normas técnicas reconhecidas.

PERIGO Em função de suas propriedades funcionais, esses equipamentos podem causar danos materiais ou à saúde muito graves quando empregados de modo impróprio, manuseados incorretamente, tiverem manutenção insuficiente ou houverem interferências não permitidas por pessoal não qualificado.

ADVERTÊNCIA Pressupõe-se que todos os planejamentos básicos relativos ao equipamento e os serviços de transporte, montagem, instalação, colocação em funcionamento, manutenção e reparos sejam executados por pessoal qualificado ou por técnicos especializados responsáveis.

Aqui se deve dar atenção especial:

- aos dados e indicações técnicas sobre a utilização permissível (condições para montagem, conexão, ambientais e para operação), que constam no catálogo, nos documentos do pedido, no manual de instruções, nas indicações nas placas e na documentação restante do produto.
- às regulamentações gerais de montagem e de segurança.
- às determinações e exigências locais e relativas às instalações.
- ao emprego correto de ferramentas, dispositivos de elevação e de transporte.
- à utilização de equipamento individual de proteção, em especial em ambientes com alto nível de ruído, temperatura ambiente alta e altas temperaturas superficiais junto ao atuador, causadas, p. ex., por períodos frequentes e longos de operação, e ao lidar com materiais de limpeza e lubrificantes, adesivos, tintas, etc..
- à obrigatoriedade do responsável pela instrução de segurança dos funcionários conforme o §20 da REGULAMENTAÇÃO SOBRE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS, quando utilizarem substâncias que possivelmente podem colocar a saúde ou o meio-ambiente em perigo (p.ex. produtos de limpeza ou lubrificantes, adesivos, tintas, etc.). Os dados detalhados para produtos especiais estão contidos nas respectivas fichas de dados de segurança do fabricante do produto.

A fim de manter maior clareza, os manuais de instruções podem não conter todas as informações detalhadas sobre todos os modelos do produto e também podem não considerar todas as possibilidades de montagem, funcionamento ou manutenção. Assim, no manual de instruções só estão contidas aquelas indicações que são necessárias para o uso destinado dos aparelhos ou no âmbito da aplicação industrial para pessoal qualificado (veja acima).

Caso, num caso especial, os aparelhos sejam utilizados em ambientes não industriais e por isso seja necessário aumentar os requisitos de segurança (p.ex. proteção contra contato por dedos de crianças, ou similares), estas condições devem ser asseguradas por parte do cliente durante a montagem por meio de medidas de segurança adicionais.

Caso existirem dúvidas nesse sentido, especialmente caso estejam faltando informações detalhadas específicas dos produtos, devem ser providenciados os esclarecimentos necessários através do distribuidor SIPOS Aktorik competente. Para tanto é fundamental indicar o tipo de aparelho e o número de série (veja placa de características).

É RECOMENDÁVEL UTILIZAR O SUPORTE E SERVIÇOS DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA SIPOS AKTORIK RESPONSÁVEL PARA AS TAREFAS DE PLANEJAMENTO, MONTAGEM, COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA.

INDICAÇÃO

- Para serviços gerais, p.ex., para verificar fornecimentos que chegam (danos de transporte), para o armazenamento por períodos prolongados e conservação de aparelhos, etc. há outras informações detalhadas contidas nas diretrizes de trabalho da SIPOS, que podem ser adquiridos através das distribuidoras em caso de necessidade.
- Chamamos a atenção para o fato de que o conteúdo dos manuais de instruções e documentações do produto não é parte de um acordo, confirmação ou relação jurídica antiga ou existente ou que pretende alterar uma destas condições. Todas as obrigações da SIPOS Aktorik GmbH constam do contrato de compra em questão, que também contém a regulamentação completa e única válida relativa à garantia. Estas determinações relativas à garantia contratual também não são ampliadas ou limitadas pelas explicações das instruções e documentações.

1.3 Transporte

Somente elevar acionamentos por olhais para transporte ou passar corda em torno do motor e suporte de mola. De forma alguma fixar a corda em torno da roda de mão ou na alavanca de comutação. Não passar uma corda pelos cabos elétricos externos ou exercer qualquer carga sobre eles.

Observar as indicações de transporte no próprio aparelho.

1.4 Armazenamento

Caso um acionamento não seja colocado logo em funcionamento, deve ser armazenado num ambiente seco e isento de vibrações.

No caso de armazenamento em ambientes úmidos, deve-se colocar dessecante na carcaça e verificar sua eficácia.

Não danificar a película de acionamentos selados e apenas removê-la imediatamente antes de montar o acionamento com a guarnição.

Manter as tampas da unidade de comando e os passa-cabos fechados, mesmo no período entre a instalação e a colocação em funcionamento do acionamento. A operação de um aquecimento ou o uso de um dessecante na carcaça da unidade de comando evita a formação de condensação.

1.5 Eliminação residual e reciclagem

1.5.1 Embalagem

Os nossos produtos são protegidos com embalagens especiais para o transporte a partir da fábrica. Essas embalagens são compostas de materiais sustentáveis e facilmente separáveis e podem ser reutilizadas.
Para eliminar o material da embalagem recomendamos empresas especializadas em reciclagem.
Os nossos materiais de embalagem são:
Painéis de madeira industrializada (OSB), papelão, papel e película de polietileno.

1.5.2 Atuador

Os atuadores SIPOS são produtos com vida útil extremamente longa. Ainda assim chegará o momento em que terão de ser substituídos.
Os nossos atuadores são montados em módulos e por isso podem ser bem separados e ordenados conforme o material:

- diversos metais
- plásticos
- graxas e óleos

De modo geral vale o seguinte:

- Coletar graxas e óleos durante a desmontagem. Via de regra, esses são materiais prejudiciais para a água, e não devem chegar ao meio-ambiente.
- Encaminhar o material desmontado a um serviço regular de eliminação residual ou a um serviço de reciclagem de materiais.
- Observar regulamentos nacionais/locais relativos à eliminação residual.

2 Descrição

2.1 Escopo de fornecimento

Para o conteúdo dos diferentes modelos de montagem dos atuadores rotativos elétricos valem exclusivamente os dados nos catálogos ou os dados para pedidos.

Atuadores rotativos elétricos	Série / Modelo 1) / N° do pedido	Modelo 2)
Para atuadores padrão	M76361 - ..... - .... - Z ... M76371 - ..... - .... - Z ... M76371 - ..... - .... - Z … + R99 M76361 - ..... - .*.. - Z N.N M76361 - ..... - .*.. - Z N.K M76371 - ..... - .*.. - Z N.H	S - SIWI S - SIWI - AS S - SIWI - AS - LZ S - SIWI - C S - SIWI - CD S - SIWI - CAS
Para atuadores moduladores	M76362 - ..... - .... – Z ... M76372 - ..... - .... – Z ... M76362 - ..... - .*.. - Z N.N M76362 - ..... - .*.. - Z N.K M76372 - ..... - .*.. - Z N.H	R - SIWI R - SIWI - AS R - SIWI - C R - SIWI - CD R - SIWI - CAS

1) a letra na 7ª posição (1ª posição no 2° bloco) identifica o modelo:
C, E, F, G, M, N ou S, U

2) Significado das abreviações na denominação dos modelos:
- S : para dispositivos de comando
- R : para dispositivos de controle
- SIWI : importante com relação à segurança
- C : Letra de identificação para atuadores para utilização em instalações nucleares do tipo WWER
- D : com carcaça resistente à pressão para o dispositivo de comutação e de comunicação
- AS : à prova de falha de configuração
- LZ : disponível por período longo

2.2 Uso

Os atuadores rotativos tem a função de acionar dispositivos de bloqueio e de controle em tubulações:

- **Atuadores padrão** do tipo M76361 .. / M76371 .. (Modelo S) destinam-se aos dispositivos de comando em instalações nucleares.
- **Atuadores** moduladores do tipo M76362 .. / M76372 .. (Modelo R) destinam-se aos dispositivos de controle em instalações nucleares.

2.3 Função, estrutura mecânica

2.3.1 Acionamento motorizado

Os acionamentos trabalham conforme um princípio de funcionamento uniforme. O fluxo de força provém do motor através de uma engrenagem de redução de dentes retos e uma engrenagem helicoidal, indo para o eixo secundário.

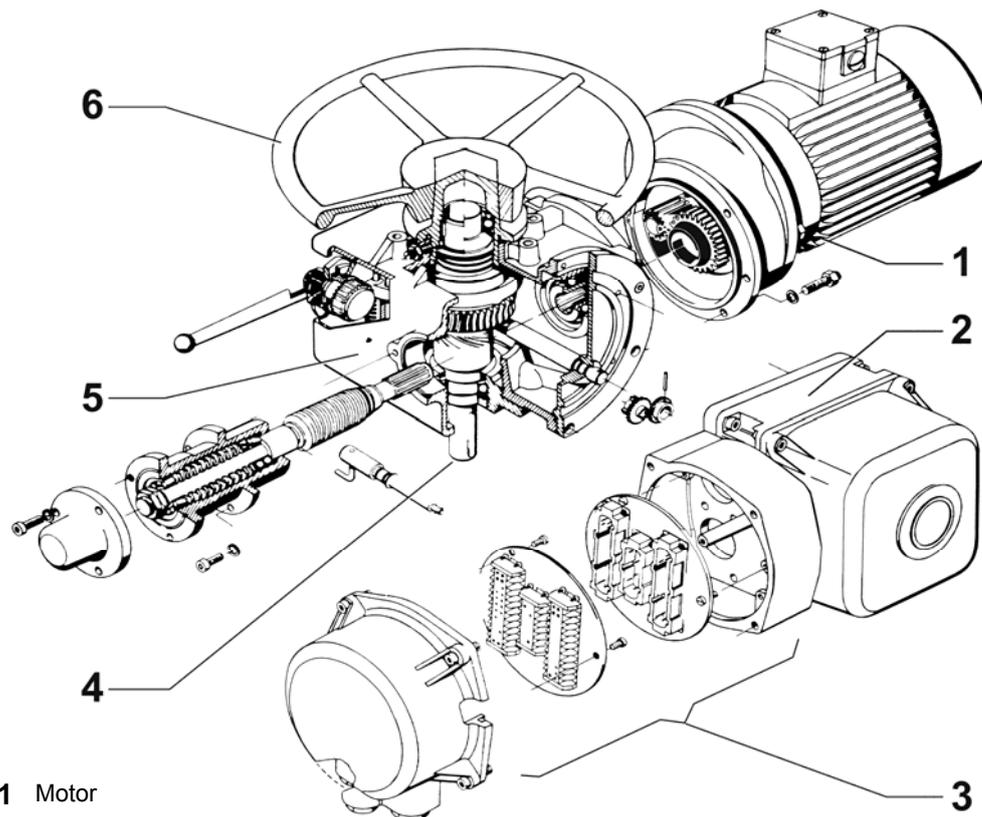
Nos modelos "S" e "U" há ainda uma engrenagem planetária posterior a essa combinação de engrenagens.

Através da seleção de diferentes números de polos dos motores de acionamento e da redução da transmissão e da engrenagem helicoidal resulta um intervalo amplo de rotações do eixo secundário de 5 a no máx. 180 min.$^{-1}$. Para obter o mesmo torque de desligamento com todas as velocidades do atuador num mesmo modelo, alocam-se motores com diferentes rendimentos aos acionamentos desse modelo.

Para determinar o torque, a rosca sem fim é mantida numa posição centralizada em relação à engrenagem helicoidal através de molas de Belleville. Ela pode ser deslocada axialmente para ambos os lados (rosca deslizante). Quando ocorre um momento de carga no eixo secundário, a força tangencial na engrenagem helicoidal empurra o eixo sem fim de sua posição centralizada e aciona, através de um sistema de alavancas, o interruptor do torque no dispositivo de comutação e comunicação, que por sua vez transmite um sinal para desligar o motor.

As engrenagens estão cheias de lubrificante e vedadas por todos os lados. Todos os eixos de engrenagem no fluxo de força funcionam em rolamentos de roletes ou em caixas de mancal de deslizamento especiais.

INDICAÇÃO com relação ao auto-bloqueio no acionamento motorizado:

- Todos os atuadores moduladores são auto-blocantes.
- Os atuadores padrão com números de rotação mais altos (compare catálogo) não são auto-blocantes. Nesses acionamentos, o comando de desligamento após o desligamento em função do torque deve ser mantido através de travamento elétrico.

1 Motor

2 Dispositivo de comutação e de comunicação

3 Ligação elétrica através de conectores

4 Eixo secundário (eixo final)

5 Engrenagem

6 Roda de mão

2.3.2 Funcionamento manual

Todos os acionamentos podem ser acionados através de uma roda de mão parada durante acionamento motorizado. Acionando uma alavanca de comutação, o motor de acionamento e desengrenado e a roda de mão é engrenada (veja 4.2). Essa posição é engatada através de um sistema mecânico especial. Quando o motor é arrancado, fica assegurado que a roda de mão seja engrenada e o motor de acionamento desengrenado automaticamente e sem perigo para o operador. O funcionamento motorizado tem sempre preferência sobre o funcionamento manual.

INDICAÇÃO Com a alavanca de comutação apenas é possível comutar do funcionamento motorizado para o funcionamento manual
(veja também 4.2):

INDICAÇÃO Os acionamentos do modelo M763..- F, -G, -M, e -N também poderão ser fornecidos com uma engrenagem redutora, na qual o eixo da roda de mão está disposto deslocado em 90° em relação ao eixo secundário.

CUIDADO Nos acionamentos do tipo M763..-C, -E, -F, -G, -M e -N, ao comutar, a roda de mão é automaticamente acoplada
diretamente no eixo secundário, ou seja, a engrenagem helicoidal não está no fluxo de forças. Assim não há auto-bloqueio no funcionamento manual (veja acima).

Os acionamentos do modelo M763..-S e -U estão, de modo geral, equipados com redução da roda de mão.

Nesses tipos de acionamentos o fluxo de força na intervenção manual é conduzido através da engrenagem helicoidal, em função do nível alto do torque, já que no caso de intervenção direta no eixo secundário as forças necessárias não seriam aplicáveis manualmente em diâmetros razoáveis de rodas de mãos.

Basicamente vale: A rotação à direita na roda de mão resulta em rotação à direita no veio de guarnições ou do veio do elemento regulador a ser acionado.

3 Montagem

- **ADVERTÊNCIA** Com relação ao uso permissível dos aparelhos e dos conhecimentos específicos necessários em trabalhos em instalações elétricas de potência, as informações e requisitos de segurança encontram-se listadas no parágrafo 1.2. Devem ser rigorosamente obedecidas.
- Antes do início da montagem deve-se assegurar que não seja possível colocar pessoas ou a instalação em perigo através das medidas pretendidas (eventual ativação de válvulas, etc.).
- Os trabalhos de montagem devem ser executados por pessoal capacitado.

3.1 Montagem no elemento regulador

Se houver perigo de contato com peças movimentadas durante o funcionamento normal, essas peças devem ser cobertas.

O acionamento pode ser montado em qualquer posição. A posição privilegiada do eixo secundário é a vertical, com a conexão do flange para baixo.

Medidas gerais de montagem:

- em acionamentos do tipo M763... – G / M / N: Montar a roda de mão sobre o acionamento, se necessário compare item 6.2
- Remover o verniz de proteção contra corrosão no flange de conexão e nas tampas, limpar cuidadosamente as peças de união.
- Lubrificar as peças de união.
- Colocar o acionamento com o flange de conexão sobre o elemento regulador, atentar à centralização e ajuste deslizante das peças de união.
- Evitar pancadas ou uso de força!
- Para fixar o acionamento no elemento regulador usar parafusos da qualidade 8.8 e travar com arruelas elásticas. Profundidade de enroscamento: ≥ 1,25d.
- No caso de eventual montagem do tubo de proteção do fuso:
  - Remover tampa do veio oco.
  - Aplicar massa obturadora na rosca e superfícies de vedação (p. ex. "Silastic" RTV 732 da empresa Dow Corning, D–65201 Wiesbaden).
  - colocar tubo de proteção do fuso fornecido e fixar.
- Verificar se acionamento e guarnição apresentam danos. Eliminar danos, reparar danos do verniz.

3.1.1 Demais medidas para a montagem do atuador encontram-se no anexo

As medidas a seguir devem ser efetuadas nos atuadores que estiverem montados no recipiente sob pressão.

O recipiente sob pressão contém o contentor (reator de água em ebulição / reator de água pressurizada) e a estação de válvulas/câmara de válvulas de vapor vivo (reator de água pressurizada).

<u>Não</u> devem ser realizadas as medidas correspondentes aos itens 3.2.1.1 a 3.2.1.3 nos atuadores montados no lado externo do recipiente sob pressão (p. ex. na câmara anular).

Isso vale para atuadores que são operados brevemente (< 5 h)) na situação mais desfavorável de funcionamento nas seguintes condições: Pressão (abs.) ≤ 1,2 bar; temperatura ≤ 100 °C.

No caso das condições mencionadas serem ultrapassadas (> 1,2 bar e/ou > 100° C) devem ser executadas medidas adequadas após consultar a SIPOS Aktorik GmbH.

Para todos os modelos:

- na carcaça de engrenagem cheia de lubrificante:
  - conforme a posição de montagem do atuador, remover o parafuso marcado de vermelho, situado no ponto mais alto da carcaça da engrenagem.
  - utilizar os parafusos para compensação de pressão fornecidos em função do modelo do acionamento (C ... U) (veja tabela 3.2):
    O parafuso para compensação de pressão deve ser apertado com torque M = 4,5 Nm.

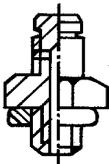
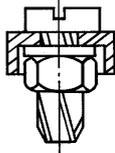
M763.. – C [1)]	M763 .. – E / F / G / M / N	M763.. – S / U
3.2.1.1 a	3.2.1.1 b	3.2.1.1 c

1) O parafuso para compensação de pressão na fig. 3.2.1.1 **a** também poderá ser usado alternativamente nos acionamentos do tipo M763.. – E .

Tabela 3.2: Parafuso para compensação de pressão

- adicionalmente apenas nos tipos M763.. - S e - U :
  Colocar parafuso para compensação de pressão na carcaça da movimentação preliminar do motor, veja fig. 3.2.1.1 b.
  O parafuso para compensação de pressão deve ser apertado com torque M = 4,5 Nm.

Modelos: S-SIWI, S-SIWI-C, R-SIWI, R-SIWI-C:

- na carcaça do dispositivo de comutação e de comunicação:
  - remover parafuso marcado de vermelho,
  - colocar o parafuso para compensação de pressão fornecido (veja fig. 3.2.1.2.**a**).

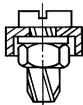



Fig. 3.2.1.2.a: Parafuso para compensação de pressão

3.2.1.3 Modelos: S-SIWI-AS, S-SIWI-CAS (Atenção: Não em S-SIWI-AS-LZ)

- no motor:
  - de acordo com a posição de montagem do atuador deve-se abrir as perfurações para a condensação no ponto mais baixo do motor (no flange do motor e eventualmente por baixo da tampa defletora).
  - para tanto, remover os parafusos que se situam no ponto mais baixo.

3.2.1.4 Modelos: S-SIWI-AS, S-SIWI-AS-LZ, R-SIWI-AS, S-SIWI-CD, S-SIWI-CAS, R-SIWI-CD, R-SIWI-CAS

- na carcaça do dispositivo de comutação e de comunicação:
  - Após ajustar os interruptores etc. deve-se recolocar a tampa cuidadosamente e fechá-la firmemente.
  - para tanto, limpar o anel tórico e a superfície oposta e aplicar massa obturadora Parker O-Lube da empresa Parker Hannifin GmbH, D–74383 Pleidelsheim, ou massa de qualidade comparável, no anel tórico.
  - anéis tóricos danificados devem ser substituídos.

INDICAÇÃO
As medidas mencionadas acima são pré-requisito para uma verificação de estanquidade bem sucedida
(veja 3.5.3).

3.2 Conexão elétrica

O motor e os módulos do dispositivo de comutação e de comunicação devem ser ligados conforme os esquemas de ligações colados na tampa do dispositivo de comutação e de comunicação.

3.2.1 Ao efetuar as ligações deve-se executar medidas adicionais nos seguintes modelos:

Modelos: S-SIWI-AS, S-SIWI-AS-LZ, R-SIWI-AS, S-SIWI-CD, S-SIWI-CAS, R-SIWI-CD, R-SIWI-CAS

- Fechar firmemente a tampa da conexão elétrica.
- para introduzir os cabos de comando e do motor para o interior da carcaça da conexão elétrica, apenas utilizar entradas de cabos testadas contra falhas.
- montar entradas de cabos como na qualificação dos mesmos.
- aberturas para cabos não fechadas devem receber tampas cegas, usar pasta de silicone "Silastic" RTV 732 da empresa Dow Corning, D-65201 Wiesbaden ou outra pasta obturadora de silicone da mesma qualidade, na rosca.
- Proteger condutores contra danos através de arestas afiadas na tampa do conector com mangueira termo retrátil (material conforme DIN ISO 1629 : FPM), veja fig. 3.3.1 a.
- Deve-se providenciar um condutor para a transmissão de sinal blindada e aterrada de ambos os lados para o potenciômetro eletrônico (ESR) (veja manual de instruções ESR ou item 3.4.3.2).

Devem-se observar as indicações de montagem para o dispositivo de comutação e de comunicação conforme 3.2.1.4, e, caso seja necessário, efetuar o teste de estanquidade conforme 3.5.3.

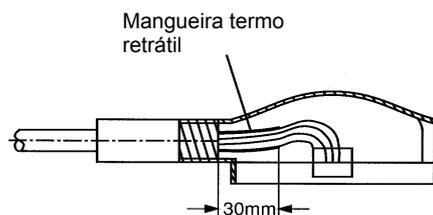



Fig. 3.3.1 a: Mangueira para proteger os condutores

3 Montagem

3.2.2 Ligação do motor

O motor deve ser conectado conforme o diagrama de circuitos colado no atuador.

3.2.3 Circuito no modelo com motor de frenagem

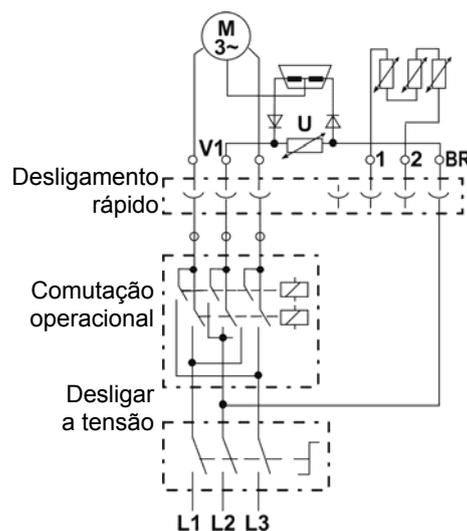
Modelos: R-SIWI e R-SIWI-C

O motor de frenagem eventualmente montado do tipo 1L está previsto para um desligamento rápido. Nesse caso a conexão dos freios (BR) deve ser ligada antes do contator inversor na fase do condutor externo L2 (veja diagrama de terminais na sala de terminais.

PERIGO: Na conexão para desligamento rápido apenas é possível desligar a tensão através do interruptor principal, pois mesmo com contator desligado pode existir tensão na alimentação "BR" anteriormente ramificada!

A alteração da direção da rotação somente é permitida pela troca das fases L1 e L3!

A cablagem ao lado vale apenas para motores de frenagem do tipo **1LC …** (empresa Siemens AG).

Motores de frenagem do tipo OLB … / Q28 (empresa emod Motoren GmbH) devem ser ligados de acordo com o esquema de terminais na sala de terminais (veja manual de instruções correspondente do motor de frenagem).

3.3 Ajustar o dispositivo de comutação e de comunicação

3.3.1 Mecanismo de comando dependente do torque de aperto (DSW)

O ajuste básico é realizado na fábrica.

Modelos R

Os interruptores dependentes do torque de aperto (S1 e S2, fig. 3.4.1a) estão ajustados de forma não amovível no torque de comando nominal. Nada deve ser alterado nesse ajuste!

Modelos S

Alteração do torque de desligamento dentro da faixa de ajuste apenas com teste de banco de prova.

- Ajuste do interruptor S1 para rotação à direita do eixo secundário (olhando para o elemento regulador), p.ex. fechar o elemento regulador):
  - comparar a escala 3 entalhada na peça de aperto 4 (fig. 3.4.1 a) com a escala 7 auxiliar correspondente na etiqueta adesiva (faixa de ajuste marcada) e verificar, qual o entalhe na peça de aperto que corresponde ao torque de desligamento desejado.
  - para alterar o torque de desligamento, apertar o botão de ajuste 1 no interruptor S1 de tal forma e até que a marcação de ajuste 2 indique para o entalhe apurado, como descrito acima. O botão de ajuste engata automaticamente quando é solto.

☞ **INDICAÇÕES:**

- Os parafusos 5 nas peças de aperto 4 e 6 não devem ser soltos!
- Os discos de ressalto 8 não devem ser ajustados de forma que os interruptores S1 ou S2 já sejam apertados mesmo com o acionamento sem carga.
- Não é possível, nem permitido, girar o disco de ressalto 8 além do entalhe 13.
- Medir o torque de desligamento no banco de prova e documentar no certificado de inspeção e na placa de características.

- Efetuar o ajuste do terminal S2 (para rotação à direita do eixo secundário) de modo análogo.

1 Botão de ajuste
2 Marca de ajuste
3 Escala
4 Peça de aperto
5 Parafuso
6 Peça de aperto
7 Escala auxiliar
8 Disco de ressalto

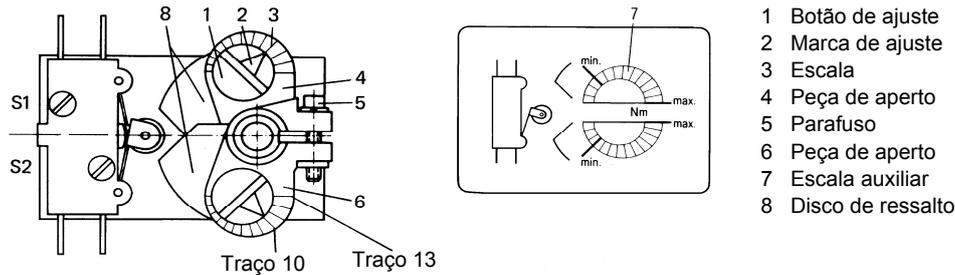



Fig. 3.4.1 a: Mecanismo de comando dependente do torque de aperto com 2 interruptores e etiqueta adesiva correspondente com escalas auxiliares

3.3.2 Interruptores dependentes de curso

Apuração e consideração do funcionamento por inércia:

Para o desligamento final em função do curso deve-se primeiramente constatar o movimento por inércia do atuador com elemento regulador acoplado. Em seguida o interruptor de final de curso deve ser ajustado de modo que o elemento regulador alcance a posição final exatamente quando o motor desliga.

Deve-se atentar para as medidas de controle para a colocação em funcionamento (veja 3.5.1).

Mecanismo de comando dependente do curso (RSW)

Ajuste dos interruptores:

Girar a roda de mão para a direita (direção fechar) ou para a esquerda (direção abrir), até que se tenha alcançado a posição desejada do elemento regulador.

Direções da rotação

Interruptor S3 (fig. 3.4.2.1 a):

Rotação à direita da roda de mão

- Rotação à direita do eixo secundário (olhando para o elemento regulador)
- Rotação à direita do came de contato 3

Interruptor S4:

Rotação à esquerda da roda de mão

- Rotação à esquerda do eixo secundário
- Rotação à esquerda do came de contato 5

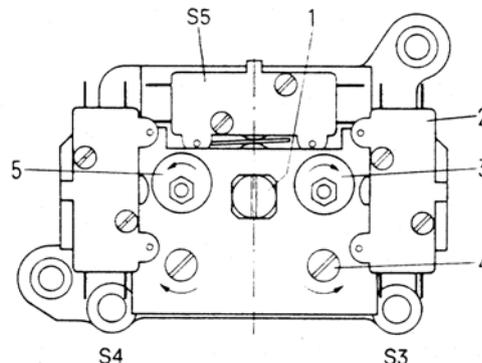



Fig. 3.4.2.1 a: Mecanismo de comando de rolos (visto de cima)

S5 Interruptor pisca-pisca

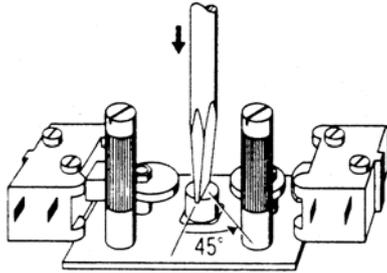



Fig. 3.4.2.1 b: Desacoplamento do acionamento central

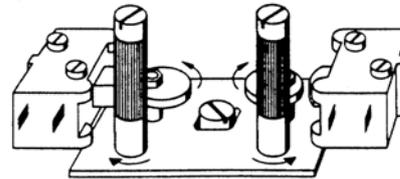



Fig. 3.4.2.1 c: Ajuste do ponto de comutação

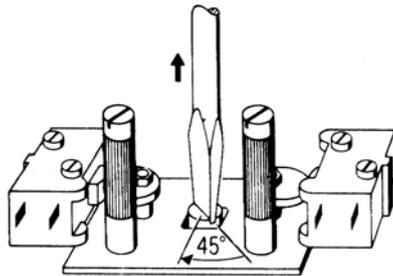



Fig. 3.4.2.1 d: Reacoplamento do acionamento central

- Desacoplar o acionamento central; ao mesmo tempo apertar pino 1 (fig. 3.4.2.1 a) para baixo e girá-lo em 45 °
  (fig. 3.4.2.1 b); o acionamento central está desacoplado (fig. 3.4.1.2 c).
- Ajustar o ponto de comutação no interruptor S3 (fig. 3.4.2.1 a); girar o eixo com rolamentos 4 na direção da seta com chave de fendas ou com a mão, até que o came 3 acione o micro-interruptor 2.
  Verificar o ponto de comutação com uma lâmpada de prova.

☞ **INDICAÇÃO**:
- Não continuar girando o eixo com rolamentos além do ponto de comutação, do contrário, o ajuste ficará errado.
- Não girar na roda de mão enquanto o acionamento central estiver desacoplado.

- Tornar a acoplar o acionamento central (fig. 3.4.2.1 d)
- no caso de rotação da roda de mão à esquerda (interruptor S4, fig. 3.4.2.1 a), p.ex. para a direção abrir, proceder correspondentemente como descrito.
- Deslocar o atuador por todo o curso de posicionamento usando o motor.
  Ao mesmo tempo verificar o ajuste dos pontos de comutação e, se necessário, corrigir.

Mecanismo de comando por came (NSW) dependente do curso

Esse mecanismo de comando encontra-se montado quando são necessários interruptores adicionais.

Ajuste dos interruptores :

- Deslocar o atuador para a posição de comutação desejada, ao mesmo tempo lembrar a direção da rotação do disco de ressalto (fig. 3.4.2.2 c) a ser ajustado!
- Soltar a porca serrilhada 3 (fig. 3.4.2.2 c), a porca de limitação 4 não pode ser alterada.
- Ajustar o ponto de comutação: No disco de ressalto em questão girar o disco em leque superior ou inferior (veja visão geral) na direção de rotação apurada acima, até que o micro-interruptor 1 seja acionado.

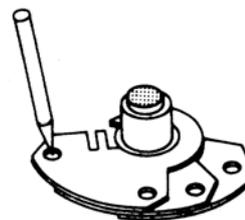



Fig. 3.4.2.2 a: Disco de ressalto, composto de 3 arruelas serrilhadas

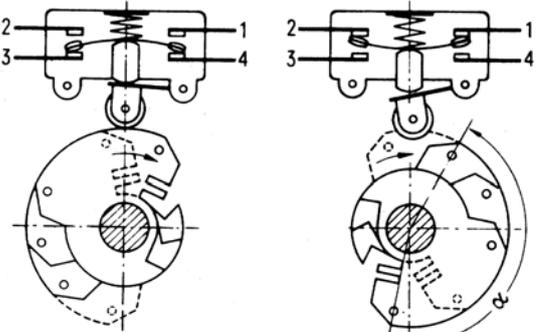
Direção da rotação do disco de ressalto ao deslocar para a posição de comutação	Comutar com contato de serviço (fig. 3.4.2.2 b esquerda)	Comutar com contato de parada (fig. 3.4.2.2 b direita)
para a direita	Ajustar com disco em leque superior	Ajustar com disco em leque inferior
para a esquerda	Ajustar com disco em leque inferior	Ajustar com disco em leque superior

- abrir os demais discos em leque de tal forma que a situação de comutação desejada permaneça inalterada pelo curso de posicionamento restante.

☞ O disco em leque central não pode passar além do disco em leque superior ou inferior!

- Tornar a apertar a porca serrilhada manualmente.

☞ Com a porca serrilhada solta os discos em leque podem sair da posição!

- após ajustar os interruptores, deslocar o acionamento com o motor por todo o curso de posicionamento, ao mesmo tempo verificar o ajuste dos pontos de comutação e, se necessário, corrigi-los.

Comutar com contato de serviço
Contato com 3 - 4

Comutar com contato de parada
Contato com 1 – 2

Fig. 3.4.2.2 b: Comutar com o disco de ressalto

1 Micro-interruptor

2 Disco em leque

3 Porca serrilhada

4 Porca de limitação

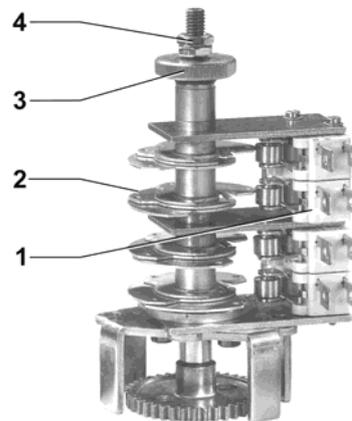



Fig. 3.4.2.2 c: Mecanismo de comando por came com 4 interruptores dependentes do curso

3.3.3 Transdutor de posição

Potenciômetro (POT)

Esse módulo é empregado para indicação elétrica à distância da posição do elemento regulador.

Deslocar o atuador para as duas posições finais. Assim o potenciômetro POT se ajusta automaticamente através do acoplamento de fricção.

Potenciômetro eletrônico (ESR)

O potenciômetro eletrônico ESR é usado para a indicação à distância e aviso de retorno da posição do elemento regulador. Atentar para o manual de instruções do ESR.

Indicador de posição mecânico (SA)

- Deslocar o atuador para a posição final “FECHADO"; ajustar ponteiro vermelho móvel 2 ou 3 (fig. 3.4.4.3 a) no ponteiro fixo 1 roda a disco.
- Deslocar o atuador para a posição final “ABERTO"; ajustar ponteiro verde 2 ou 3 no ponteiro fixo.
- O indicador de posição pode ser removido, para tanto dobrar o ponteiro fico 1 um pouco para o lado e retirar o eixo 4 do pino propulsor 5.

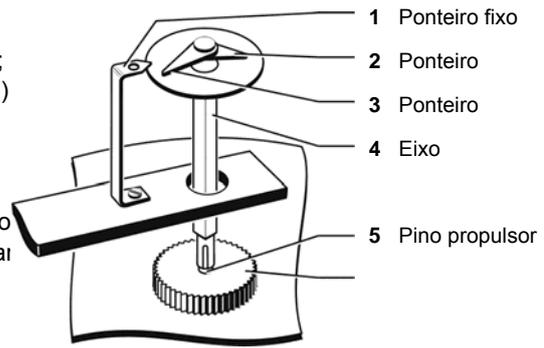



Fig. 3.4.3.3 a: Apresentação do indicador de posição mecânico SA

3.4 Colocação em funcionamento

3.4.1 Medidas de controle para a colocação em funcionamento

Após a montagem verificar e comprovar se

- o acionamento está corretamente montado e alinhado.
- todos os parafusos de fixação e elementos de união, além das ligações elétricas, encontram-se bem apertados.
- As ligações de aterramento e equipotenciais encontram-se estabelecidas corretamente.
- a conexão elétrica do motor e do comando está de acordo com o esquema de ligações do equipamento.
- que os dispositivos adicionais eventualmente existentes encontram-se devidamente ligadas e em condições operacionais.
- o comando esteja configurado de tal forma, que um acionamento eventualmente desligado por sensor de temperatura não possa arrancar automaticamente após ter resfriado.
- todas as medidas de proteção contra contato para peças em movimento ou sob tensão foram tomadas.
- todas as medidas de segurança relacionadas ao equipamento foram atendidas.

Esta listagem pode não ser completa. Outras verificações eventualmente podem ser necessárias conforme as condições específicas do equipamento.

3.4.2 Ligar

ADVERTÊNCIA: Assegurar com o pessoal responsável pelo equipamento ou confirmar com ele que a colocação em funcionamento não possa causar um erro no equipamento ou colocar pessoas em perigo.

Após ativar a tensão de rede no comando verificar e confirmar que

- a direção da rotação está correta. Para tanto deslocar o acionamento com a roda de mão até aprox. o meio do curso de posicionamento e dar comandos breves para abrir e fechar no acionamento. Ao mesmo tempo verificar se o elemento regulador se move na direção desejada. Se não, trocar dois condutores de ligação (condutor externo L1 com o L3) e refazer a verificação.
- os sinais dos interruptores finais ocorrem corretamente quando é feito o deslocamento até as duas posições finais.
- o motor sempre é desligado da rede pelo comando após alcançar as posições finais.
- a alocação dos interruptores de torque e de fim de curso corresponde à direção da rotação determinada.
- o comando automatizado funciona corretamente.

3.4.3 Teste de estanquidade da carcaça do dispositivo de comutação e de comunicação e da ligação elétrica

para modelos: – S-SIWI-AS, S-SIWI-AS-LZ, S-SIWI-CAS,
– R-SIWI-AS, R-SIWI-CAS

Esse teste deve ser realizado após a montagem completa do atuador, bem como depois de soltar o dispositivo de comutação e de comunicação da engrenagem, após soltar as entradas de cabos, após a troca de tampas ou conectores e depois de revisões:

Taxa de fuga permissível q_{zul}:

- no teste de repetição no equipamento: $q_{zul} = 2 \times 10^{-2}$ mbar*l/s
- no teste de saída da fábrica: $q_{zul} = 1 \times 10^{-2}$ mbar*l/s

Método de teste:

- Cronometragem - depressão (elevação da pressão)
- Além do método de teste descrito a seguir também podem ser aplicados outros métodos qualificados que garantam a apuração da taxa de fuga permissível.

Circuito de controle (veja fig. 3.5.3 a):

1 Carcaça do dispositivo de comutação e de comunicação e da ligação elétrica (peça a ser testada)

2 Micromanômetro ou transformador de pressão para depressão, resolução < 0,1 mbar

3 Bomba a vácuo

4 Ligação para prova, M6 com anel de vedação,
H1, H2 válvula de fechamento

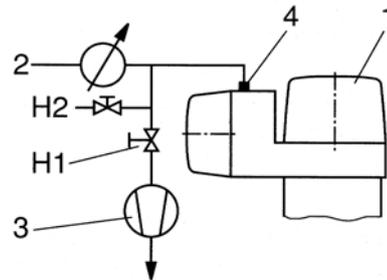



Fig. 3.5.3 a: Circuito de controle

Execução do teste:

- Criar circuito de controle conforme fig. 3.5.3 a
- Evacuar peça a ser testada até pressão residual entre 50 e 100 mbar abs., para tanto manter válvula de fechamento H1 aberta, H2 fechada
- Fechar válvula de fechamento H1
- Aguardar 15 – 20 min. A pressão residual não deverá ultrapassar 120 mbar durante o tempo de espera, do contrário, tornar a evacuar.
  Constatar elevação da pressão Δp na peça a ser testada por um tempo de prova $\Delta t \geq$ de 5 min., abrir válvula de fechamento H2, remover bocal de prova e tornar a fechar perfuração de prova (substituir a vedação)

Avaliação:

Taxa de fuga $q = \frac{V \times \Delta p}{\Delta t}$ [mbar*l/s]

Δp = elevação da pressão [mbar]

Δt = tempo de prova [s]

Tempo de prova	elevação da pressão perm.	
5 min.	66 Pa = 0,66 mbar	} tampa do conector alta
10 min.	133 Pa = 1,33 mbar	} demais

V = V1 + V2
V1 = volume da peça a ser testada = 8 l com tampa de conector baixa, 9 l com tampa de conector alta
V2 = volume de configuração da prova

INDICAÇÃO Peça a ser testada e meio-ambiente devem ter a mesma temperatura. Durante a prova não podem ocorrer alterações de temperatura.

4 Operação

4.1 Indicação de segurança

ADVERTÊNCIA:
Tampas que evitam o contato com peças ativas ou móveis não podem permanecer abertas durante o funcionamento. Veja também "Medidas de segurança" no parágrafo principal da manutenção.

Quando houver alterações com relação ao funcionamento normal (consumo de corrente, temperaturas ou oscilações, ruídos ou cheiros incomuns, ativação dos dispositivos de monitoramento, etc.) permitem notar que a função está prejudicada.

A fim de evitar falhas, que por sua vez poderiam, direta ou indiretamente causar danos a pessoas ou materiais, nesse caso todo o pessoal responsável pela manutenção deve ser imediatamente informado.

Em caso de dúvida desligar imediatamente os equipamentos correspondentes, eventualmente também deslocar o elemento regulador para uma posição de segurança por meio de acionamento manual. No caso considerar as condições específicas do equipamento!

4.2 Tipos de funcionamento

O acionamento pode ser deslocado por motor ou manualmente (veja também 2.3.2).

- **Acionamento motorizado:** No funcionamento normal o motor do atuador é controlado por meio de controle remoto.
- **Funcionamento manual:** Somente comutar o acionamento para acionamento manual com o motor parado. Para isso mover a alavanca de comando até que engate na direção da seta, no caso de eventual resistência girar a roda de mão devagar para a esquerda ou à direita até que a mecânica da comutação possa engatar.

INDICAÇÃO Após desligamento dependente do torque será necessário emprego de força maior nos acionamentos de auto-bloqueio, por causa da pré-tensão existente no interior do acionamento.

ADVERTÊNCIA Comutar de volta para funcionamento motorizado, ou seja, desacoplar do acionamento manual, ocorre automaticamente ao ligar o motor. Comutar de volta por meio da alavanca manual não é permitido e danificaria a mecânica da comutação!

5 Manutenção

5.1 Medidas de segurança

ADVERTÊNCIA:
Com relação dos conhecimentos específicos necessários na operação e manutenção de tais sistemas e equipamentos, há requisitos gerais listados no parágrafo 1.2 deste manual de instruções e devem ser atentamente seguidos.

Antes de cada intervenção no atuador, assegurar que

- não possa ocorrer um erro na instalação ou colocação de perigo de pessoas através de medidas intencionadas (eventual acionamento das guarnições).
- o acionamento ou a peça do equipamento foi liberada conforme o regulamento. Além do circuito elétrico principal também atentar para circuitos elétricos adicionais ou auxiliares eventualmente existentes, especialmente atentar para aquecedores de espaço!

Regras gerais de segurança :

- ativar em todos os polos (veja também 3.3.3)
- proteger contra religamento
- Verificar se está livre de tensão
- isolar ou cobrir peças vizinhas ativas
- aterrar e curto-circuitar

Após serviços/alterações na parte elétrica do acionamento (motor, dispositivo de comutação e de comunicação) deve-se efetuar uma verificação do isolamento e do condutor de proteção conforme as regras válidas.
As verificações devem ser executadas por pessoal qualificado e documentadas.

5.2 Inspeções

Em casos normais recomenda-se submeter o acionamento a uma inspeção geral após a colocação em funcionamento, a fim de constatar que

- os dados técnicos prescritos são observados e o comando automatizado funciona corretamente,
- o silêncio da marcha do acionamento não deteriorou,
- os elementos de fixação não se soltaram,
- não surgiram vazamentos não permitidos,

Esta listagem pode não ser completa. Outras verificações eventualmente podem ser necessárias conforme as condições específicas da instalação especiais. Desvios ou alterações detectadas durante a inspeção devem ser imediatamente eliminados.

Como as condições operacionais divergem muito, os intervalos da manutenção devem ser adequados às condições locais (considerando-se a frequência de acionamento, carga, etc.).

Em condições operacionais normais, devem ser tomadas as medidas a seguir para a manutenção e assim garantir de capacidade funcional dos acionamentos:

- Monitoramento: todos os acionamentos uma vez por ano (visita, verificação visual)
- Inspeção: todos os acionamentos uma vez a cada 8 anos (controle detalhado interno e externo da condição, função, desgaste e lubrificação)
- Manutenção preventiva: todos os acionamentos uma vez a cada 8 anos (substituição das vedações e lubrificantes, incluindo a verificação do funcionamento)

☞ Quando forem efetuados trabalhos no motor, o manual de instruções correspondente deve ser seguido.

Todas as medidas tomadas no atuador e no motor devem ser documentadas.

No caso de falhas operacionais ou sobrecarga dos aparelhos, as inspeções correspondentes devem ser realizadas antes do previsto.

Para isso, recomenda-se ocupar pessoal correspondentemente treinado da assistência SIPOS Aktorik responsável. Solicitações nesse sentido devem ser dirigidas a:
SIPOS Aktorik GmbH, Im Erlet 2, D-90518 Altdorf, Tel.: +49 9187 9227-5215,
Fax: +49 9187 9227-5122

5.3 Prazos de lubrificação e medidas de controle

Em caso de utilização normal, para os acionamentos recomendam-se os seguintes prazos (tipo e quantidade de lubrificante: veja tabela 5.3 b).

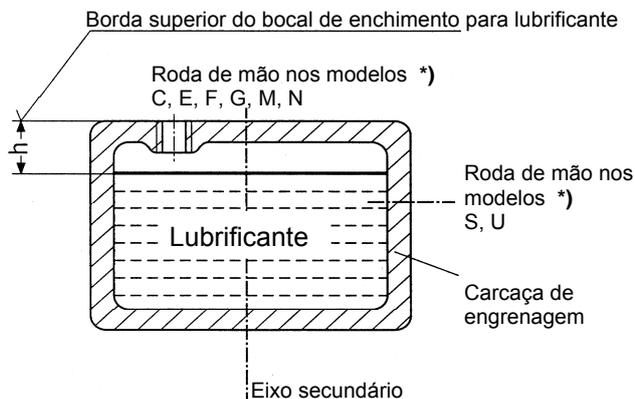
Após aprox. 8 anos:

- Substituir o lubrificante na câmara da engrenagem e da transmissão. Tipo de quantidade deva a tabela 5.3 b. Deve-se atentar para o nível de enchimento conforme a tabela 5.3 a.
- Lubrificar ligeiramente as rodas dentadas e mancais do dispositivo de comutação e de comunicação.
- Lubrificar novamente a roda de mão e os encaixes do eixo final. Tipo e quantidade veja tabela 5.3 b
- Tornar a lubrificar o mancal do motor, veja tabela 5.3 c.
  Atentar para as seguintes indicações:
  - Limpar mancal e lubrificar com a graxa indicada ou, se for o caso, substituir o mancal completo.
  - Encher os espaços ocos do mancal e os espaços vizinhos ao mancal em 50% com graxa.
  - Vedantes para vedar as placas do mancal do motor veja tabela 5.3 c.
- substituir todas as vedações.
- Substituir os anéis radiais de vedação do eixo (ao contrário do manual de instruções do motor).

Em caso de sobrecarga maior, diminuir os intervalos de manutenção correspondentemente.

- Após cada remoção das tampas e coberturas, verificar as vedações com relação a danos. Eventualmente substituir e lubrificar.
- Nos motores atuadores do tipo 1LP 3/5...-..-Z Q29, Q18 + AS3, Q19 + AS3, Q21 + AS3, Q31, Q32, Q33, ou OL 56 .. 160 / … / Q29, Q31, Q32, Q33, nos quais são realizados uma troca da vedação ou outros trabalhos que podem alterar a estanquidade dos motores, faz-se necessária a verificação da estanquidade (esquema de verificação: veja pág. 22)

Atuador Tipo	h [mm]
M763.. - C	20 + / - 5
M763.. - E	20 + / - 5
M763.. - F / G	35 + / - 10
M763.. - M / N	35 + / - 10
M763.. - S	35 + / - 10
M763.. - U	35 + / - 10

Tabela 5.3 a: Nível de enchimento do lubrificante na carcaça da engrenagem

***)** Roda de mão nos modelos C, E, F, G, M, N disposto em cima, nos modelos S e U disposto na lateral

Ponto de lubrificação **Lubrificante**	**Quantidade de lubrificante** conforme o modelo*) - C	- E	- F	- G	- M	- N	- S	- U
Câmara da engrenagem Óleo de engrenagem automotivo SAE 90 conforme DIN 51512 [c]	1,5 dm³	2,5 dm³	6,0 dm³	6,0 dm³	13,0 dm³	13,0 dm³	11,5 dm³	16,5 dm³
Câmara da transmissão Mobilux EP 004 [a] / (empresa Mobil Oil)	--	--	--	--	--	--	2,5 dm³	3,0 dm³
Engrenagem da redução da roda de mão > Óleo de engrenagem automotivo SAE 90 conforme DIN 51512 [c]	--	--	--	--	0,6 dm³		--	--
> Mobilgrease Special [b] (empresa Mobil Oil)			0,2 dm³		--	--	0,2 dm³	
Engrenagem da redução da roda de mão, rolamento de roletes: Shell Gadus S2 V100 3 [d) e)] (Shell Dt. Schmierstoffe GmbH)	--	--	0,1 dm³		--	--	0,1 dm³	
Eixos finais Graxa de longa duração e alto rendimento AR-1 EP (empresa W. Zepf, Konstanz)	0,1 dm³				0,5 dm³		--	--
Dispositivo de comutação e de comunicação Mobiltemp SHC 100 (empresa Mobil Oil)	7 cm³							

*) Os dados relativos às quantidades de graxa são valores de referência, o nível de enchimento na tabela 5.3 a é determinante

a) Substituto para **Graxa S** / empresa MOBIL OIL (usado até 01.01.1999)
b) Substituto para **Molylube 8626 EP 2** / empresa BEL-RAY (usado até 01.01.1999)
c) ou óleo industrial para engrenagens ISO VG 220 conforme DIN 51517, T3 CLP
d) Substituo para **Shell Alvania G3** / Empresa Dt. Shell GmbH (usado até 01.10.2003)
e) Substituto para **Shell Alvania RL3** / empresa Shell Deutschland Schmierstoffe GmbH (usado até 31.12.2011)

Tabela 5.3 b: Lubrificante e quantidade de lubrificante conforme o ponto de lubrificação

Visão geral: Produtos para lubrificação e vedantes para motores KKW		
Tipo do motor	**Lubrificante**	**Vedantes para borda de centralização**
1LA 3 / 5 ... - Z Q08 - Z Q09 - Z Q20	Aeroshell Grease 16	----
1LA 3 / 5 ... - Z Q18 - Z Q19 - Z Q21 OL 56 .. 160 / .. / Q18 / Q19 / Q21	Castrol NUCLEOL G121 [c]	Loctite 510
1LP 3 / 5 ... - Z Q31 [1] - Z Q32 [2] - Z Q33 [3] OL 56 .. 160 / .. / Q31 / Q32 / Q33	Castrol NUCLEOL G121 [c]	Loctite 510
1LP 3 / 5 ... - Z Q07 1LC 3 / 5 … - Z Q28 OLB 56 .. 132 / .. / Q28	Aeroshell Grease 16 Castrol NUCLEOL G121 [c]	Fluid D ou Loctite 510 ----
1LP 3 / 5 ... - Z Q29 OL 56 .. 132 / .. / Q29	Castrol NUCLEOL G121 [c]	Loctite 510

1) vale também para Q18 + AS3 **2)** vale também para Q19 + AS3 **3)** vale também para Q21 + AS3

c) Substituto para **Shell APL 701** / empresa Shell (usado até 01.09.2001)
Alternativamente também poderá ser usado o Shell **APL 700** ou **PLA 100** / empresa Christol (França).

Tabela 5.3 c: Produtos para lubrificação e vedantes para motores KKW

Esquema de verificação da estanqueidade de motores (com suplemento Q29, Q31, Q32, Q33):

Execução do teste após a montagem do motor e vedação da caixa de terminais:

- Remover o bujão roscado da perfuração de prova (M5 ou M6) na placa de mancal.
- Através da perfuração de prova admitir ar no espaço interior do motor até uma sobrepressão de 0,2 bar.
- Submergir totalmente o motor, incluindo a admissão de ar, em água por 0,5 min.
  A superfície superior do motor deve encontra-se pouco abaixo da superfície da água.
- Depois da prova tornar a fechar a perfuração de prova com o bujão roscado, cuja rosca tenha sido pincelada com vedante, e tornar a fechar com a "arruela vedante USIT". Deve ser utilizado o vedante que também é utilizado para vedar as bordas de centralização. Somente devem ser utilizadas peças de reposição originais.

Critério de prova para teste de submersão em água:

Não deve ser possível ver escape de ar através da formação de bolhas de ar na água. Não pode ter entrado água na caixa de terminais.

- Colocar produtos contra a formação de corrosão na água.
- Caso um banho-maria não esteja disponível, também é possível aplicar uma solução de sabão nos pontos a serem vedados, a fim de constatar uma eventual formação de bolhas.
- Documentar a troca do anel de vedação do eixo radial no lado AS do motor.
- Se durante a medição da resistência ao isolamento à resistência crítica ao isolamento (R_{krit} = 10 MΩ na tensão de medição DC 500 V) for inferior, as bobinas devem ser limpas e secas com o rotor desmontado. Tornar a fazer a medição à resistência ao isolamento e documentar.

5.4 Reparos, alterações

Representações gráficas e listas de peças estão ordenados à lista de peças de reposição correspondente. Essas representações gráficas contêm informações úteis para o especialista acerca da estrutura técnica de aparelhos normais e módulos.

Modelos especiais e variações, no entanto, podem divergir nos detalhes técnicos! Em casos de dúvida, portanto, recomenda-se esclarecê-las indicando o tipo de aparelho e o número de série. Manutenções e alterações, caos necessárias, só devem ser executadas pelo serviço de assistência SIPOS Aktorik competente (dúvidas veja 5.2).

Durante a montagem deve-se atentar às condições corretas das superfícies de vedação. Não devem apresentar danos, ter o metal polido e estar lubrificadas.

Após a montagem devem-se observar as indicações constantes no parágrafo 3 "Montagem" para os serviços de montagem no local de colocação.

5.5 Peças de reposição e representação gráfica

Para os pedidos de peças de reposição valem exclusivamente as listas de peças de reposição alocadas nos tipos de atuadores:

Gama de tipos	N° das lista de peças de reposição
M763..-C e -E	NMA 3949 DER
M763..-F e -G	NMA 3950 DER
M763..-M e -N	NMA 3951 DER
M763..-S e -U	NMA 3952 DER

Nas listas encontram-se exemplos de pedidos.

6 Anexo

6.1 Instruções adicionais

Caso o fabricante tenha fornecido também instruções de montagem e uso especiais de elementos de terceiros montados ou embutidos adicionalmente, estas se encontram anexadas aos manuais de instruções e devem ser observadas.

6.2 Instruções para a montagem da roda de mão

Para acionamentos do tipo: M763.. – G / M / N

- Colocar a roda de mão (**1**) sobre cubo sextavado, de modo que o corrimão indique para cima.
- Juntar as arruelas de compensação (2) até que estejam alinhadas com o cubo sextavado.
- Travar a roda de mão com arruelas de compensação com três parafusos incl. arruelas (**3**) (veja fig. 6.2).

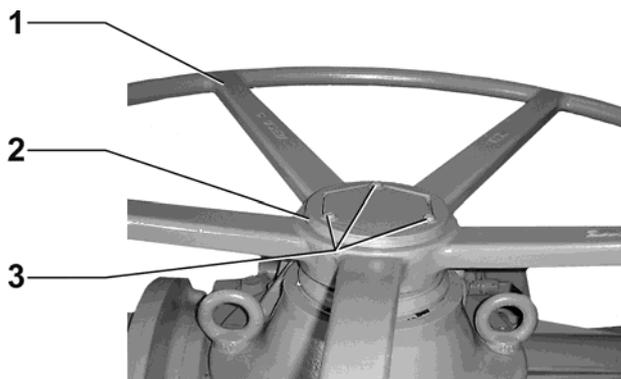



Fig. 6.2: Roda de mão quando montada